من ذكريات العمل(41)

مشروع قناطر نجع حمادى الجديدة

الفواصل الانشائية فى المشروع (Concrete Structure Expansion Joint)

تُعد الفواصل الإنشائية عنصرًا هاما في تصميم المنشآت المائية الضخمة، حيث تضمن استقرارها وسلامتها على المدى الطويل من خلال استيعاب الحركات الهيكلية المتوقعة. يأتي هذا البوست في ليوفر تحليلًا فنيًا ومقارنًا للتعديلات الجوهرية التي طرأت على الفواصل بين التصميمات الأولية المقدمة في وثائق العطاء (Tender Design) والتصميم التنفيذي النهائي الذي تم اعتماده .(Construction Design) كما يهدف إلى استعراض الأسباب الإنشائية والوظيفية التي أدت إلى هذه التعديلات،

فيما يلي عرض مفصل للفواصل المستخدمة، التغييرات التي طرأت عليها، والأسباب والفوائد المرجوة من هذه التعديلات.

أولاً: الفواصل الموجودة فى العقد(Tender Design)

في مرحلة التصميم الابتدائي(Tender Design) ، تم تحديد استخدام **ثلاثة أنواع رئيسية من الفواصل** في أعمال الخرسانة الإنشائية،:

1- **فواصل التمدد :(Expansion Joints)** وهي فواصل رأسية تُنفذ لتسمح لأجزاء المنشأ بالحركة الأفقية (التمدد والانكماش) الناتجة عن التغيرات الحرارية أو الأحمال المختلفة ،.كانت هذه الفواصل موزعة على عدة محاور في محطة الكهرباء، المفيض، والأهوسة الملاحية.
وتكون عند الفصل بين منشأين أو بين جزءين في منشأ كبير ويتم بعرض 3 سم ويوضع به قاطع مياه ذو الحلقه الدائريه في المنتصف من نوع (Elastomer waterstop) ويتم ملئ الفاصل بنوع من الحشو المانع للمياه (Joint Filler) ويتم دهان الحوائط داخل الفاصل بمواد بيتومنيه لمنع الترابط(Bond breaker bituminous)
الغرض من هذا النوع من الفواصل هو منع نقل الأحمال والقوي من أحد المشآت الي منشأ آخر وكذلك ملأئمه التغيرات الحجميه الناتجه عن ارتفاع درجات الحراره .

2 - **فواصل الانكماش :(Contraction Joints)**

وتُعرف أيضاً بـ "فواصل التحكم"، وهي نقاط ضعف متعمدة يتم إنشاؤها للتحكم في أماكن حدوث الشروخ الناتجة عن عمليات جفاف الخرسانة وتقلص حجمها، .تهدف هذه الفواصل إلى **منع حدوث تشققات عشوائية** مشوهة للمنشأ،.وتستخدم للتحكم في شروخ الانكماش. ويكون هذا الفاصل في منطقة الأساسات حيث يسمح بالحركه الرأسيه فقط الناتجه عن الهبوط مع عمل فصل تام للحديد و دهان الحوائط داخل الفاصل بمواد بيتومينيه لمنع الترابط Bond) (breaker bituminous وذلك علي اساس أن التغيرات الحجميه الناتجه عن ارتفاع درجات الحراره غير موجودة حيث أن الأساسات مغموره دائما في المياه.

الغرض من هذا النوع من الفواصل هوجعل الأساسات تحرك كجزء واحد وتقليل فواصل التمدد.

.3- **فواصل الصب/الإنشاء :(Construction Joints)** وهي الفواصل التي تنتج عن توقف أعمال الصب بنهاية اليوم أو لأسباب اضطرارية حيث تلتقي الخرسانة الحديثة بالخرسانة القديمة، .وقد اتبع المقاول في هذا المشروع أسلوب **تخشين السطح القديم** (Scabbling) لضمان التماسك عند استئناف الصب.

ويكون الفاصل بين مرحلتي صب و بناءاً علي قدره المقاول علي صب حجم معين من الخرسانه لتنظيم العمل ولتفادي حدوث Cold Joint ويكون سطحه خشن ولايلزمه أي نوع من التسويه ولكن يلزم عمل خربشه لسطح الخرسانه لضمان الترابط بين الخرسانه القديمه والجديده وتتم هذه الخربشه عن طريق الزنبره أو عمل Green cut للخرسانه قبل الشك النهائي وفي هذا النوع من الفواصل يلزم استمرار الحديد بين مرحلتي الصب.

الغرض من هذا النوع من الفواصل هو ملأئمه إمكانيات ومعدلات الصب بالمشروع.

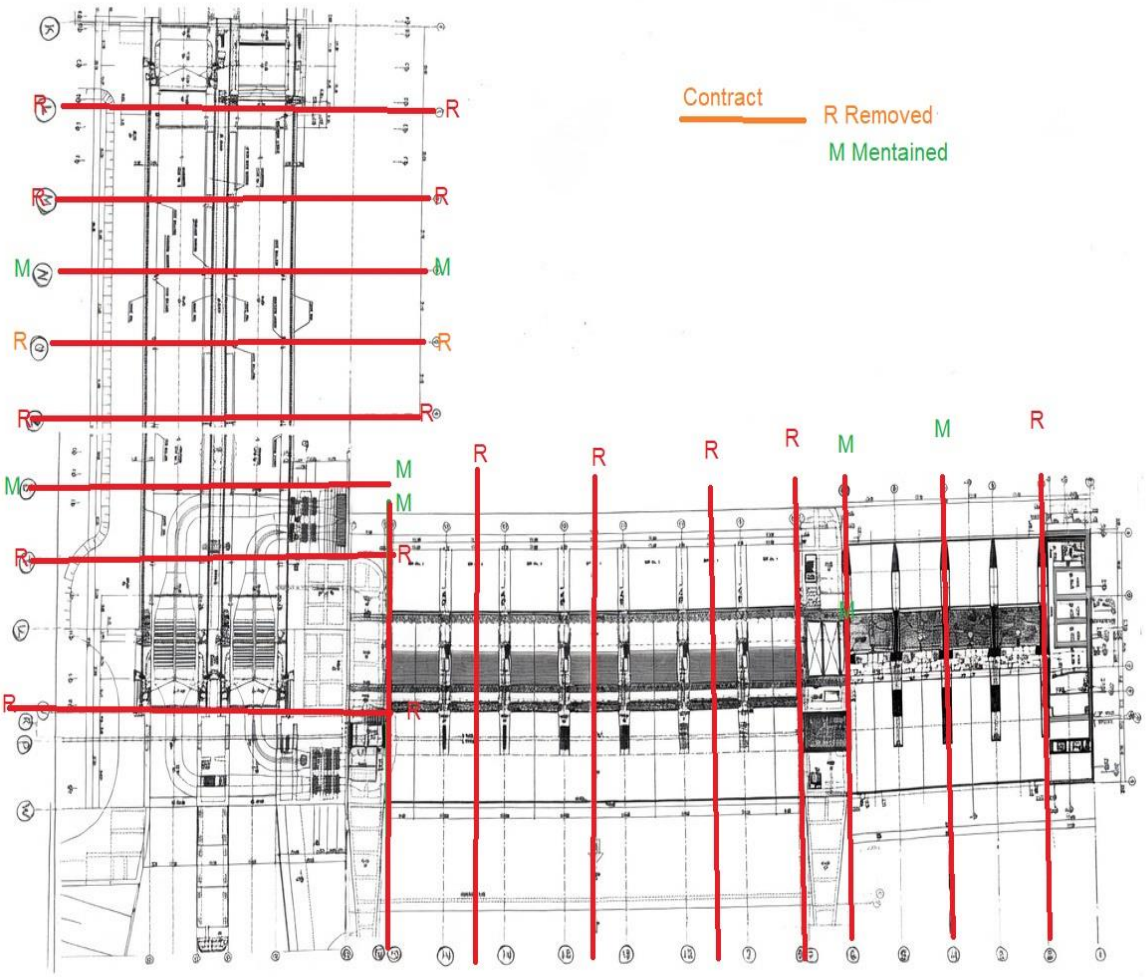
4 -فواصل بارده (Cold Joints)

وهو فاصل غيرمقرر وغير متوقع ويتكون عند حدوث اعطال في معدات صب الخرسانه أو توقف الصب لأي سبب وفي هذه الحاله يتم دمك الخرسانه الأخيره التي لم يتم دمكها اذا كانت قابله للدمك .

الغرض منه هو التغلب علي مشكله التوقف المفاجئ للخرسانه في مكان غير مقرر وجود فاصل به مسبقاً.

في البداية، كان التصميم متحفظا ويقترح وضع الكثير من الفواصل في كل أجزاء القناطر (محطة الكهرباء، المفيض، والأهوسة) لضمان مرونة عالية جداً. كان التصميم يشبه تقسيم المنشأ إلى قطع صغيرة كثيرة لضمان عدم حدوث أي شروخ .
تم اعتماد عدد كبير من فواصل التمدد على معظم المحاور. كان الهدف الأساسي هو استيعاب أي هبوط محتمل أو تأثيرات حرارية، مما أدى إلى تقسيم المنشأ إلى كتل خرسانية متعددة.

كما كان يتضمن فواصل تمدد مزودة بمفاتيح قص (Shear Keys) في بلاطات الأساسات، خاصة في مناطق المفيض والأهوسة، للتعامل مع احتمالات الهبوط المتفاوت (Differential Settlement)
كما هو موضح بالشكل رقم (1).

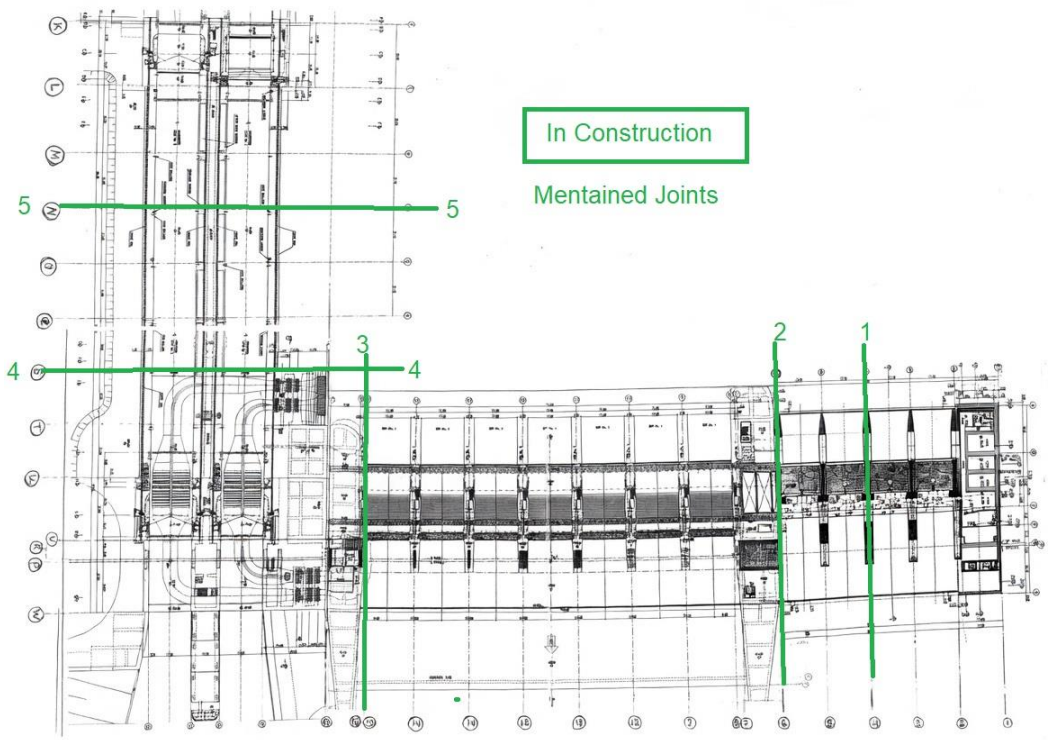


شكل رقم (1)

ثانياً: التغييرات التى تمت فى مرحلة التنفيذ(Construction Design)

خلال مرحلة "تصميم التنفيذ"، تم تقديم خطة لتقليل عدد فواصل التمدد لتصبح **5 مواقع فقط** بدلاً من العدد الكبير المقترح وكان عدده 16 فاصل.
تمثلت الفلسفة الجديدة في تقليص عدد فواصل التمدد بشكل كبيربناءً على التصميم المعدل، تم تقليص عدد فواصل التمدد إلى خمسة مواقع رئيسية فقط، وهي

1. فى منتصف محطة الكهرباء (Powerhouse) بين الوحدتين 1-2 & 3-4
2. بين محطة الكهرباء والركيزة الوسطية (Intermediate Pier).
3. بين المفيض (Sluiceway) والهويس الملاحى (Navigation Lock)من ناحية الامام (US Part)
4. بين الهويس الملاحي.(Navigation Lock) الجزء الامامى والجزء الاوسط
5. بين الجزء الاوسط والجزء الخلفى للهويس من ناحية (DS Part)



كما شملت التغييرات **إلغاء فواصل التمدد في محاور محددة** كما يظهر في الجدول التالي،:

- **في محطة الكهرباء :**تم إلغاء الفاصل عند المحور 2 لدعم ضغط التربة على ركيزة المحطة.
- **في المفيض :**تم إلغاء الفواصل عند المحور 8، وفي منتصف الفتحات 2، 4، و6، وعند المحور 15.
- **في الأهوسة الملاحية :**تم إلغاء عدة فواصل في المحاور 19، 21، والمحاور L, M, O, Q, T, Vلأسباب إنشائية ووظيفية.

كما يظهر من الجدول المرفق

Table: Comparison of Expansion Joints in Tender and Construction Design for Foundation Slabs

Structure	Expansion Joint		Remark
	Tender Design	Construction Design	
Powerhouse			
Axis 2	Expansion joint	Expansion joint removed	The joint has been removed to support the earth pressure on PH Abutment Pier.
Axis 4	Expansion joint	Expansion joint maintained	
Axis 6	Expansion joint	Expansion joint maintained	
Sluiceway			
Axis 8	Expansion joint	Expansion joint removed	Structural and functional reason
Middle of Bay 2, 4 and 6	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason to avoid differential settlements of supports for radial gates
Axis 15	Expansion joint	Expansion joint removed	As axis 8 structural and functional reason
Axis 17	Expansion joint	Expansion joint maintained	
Navigation Locks			
Axis 19	Expansion joint	Expansion joint removed	Structural reason
Axis 21	Expansion joint	Expansion joint removed	Structural reason
Axis N and S	Expansion joint	Expansion joint maintained	
Axis L and M	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason
Axis O and Q	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason
Axis T and V	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason

ثالثا: الأسباب

تمت هذه التغييرات بناءً على أسباب فنية واقتصادية كما اوضحها الاستشارى فى رده على المقاول :

1- **استقرار البوابات القطرية (Radial Gates):** إزالة الفواصل بين الركائز في (Super Structure) (مثل الركيزة 1 والركيزة 8 في المفيض) يمنع حدوث أي إزاحة متفاوتة بين نقاط الارتكاز، مما يضمن **عدم تعطل او حشر البوابات** (Jamming)أثناء التشغيل.

2- **صلابة المنشأ :**زيادة صلابة أجزاء المفيض لضمان نقل الأحمال الثقيلة من مرتكزات البوابات بأمان.

3- **الاستفادة من الظروف المحيطة :**بلاطات الأساسات تكون مغمورة بالمياه، حيث التغير في درجات الحرارة طفيف جداً، مما يقلل الحاجة لفواصل التمدد ويقلل من مخاطر الهبوط المتفاوت.

4- **دعم ضغط التربة :**في محطة الكهرباء، ساعد إلغاء الفاصل عند المحور 2 في تمكين المنشأ من مقاومة ضغط التربة بشكل أفضل.

5- **تقليل المشاكل المستقبلية :**تقليل عدد الفواصل يقلل من احتمالات حدوث تسرب أو مشاكل صيانة في الحشوات وفواصل التمدد على المدى الطويل.

ساهمت إزالة الفواصل في تعزيز الصلابة الهيكلية الكلية للمنشأ وتحويل أجزائه المنفصلة إلى كتل أكثر ترابطًا وتكاملًا. وتتضح هذه الفائدة بشكل خاص في الحالات التالية:

- **في المفيض :(Sluiceway)** كان ربط دعامات المفيض بشكل مترابط (monolithically) ضروريًا لضمان نقل الأحمال الثقيلة المركزة من مرتكزات البوابات القوسية (radial gates) وتوزيعها بأمان على الأساسات. إن وجود فواصل تمدد كان سيضعف من قدرة المنشأعلى العمل كوحدة واحدة في مواجهة هذه الأحمال وعدم حدوث أي هبوط أو إزاحة متفاوتة (Differential displacement) بين نقاط ارتكازها و (Trunnions) و إلغاء الفواصل بين الدعامات يمنع حدوث مثل هذه المشاكل ، وبالتالي يضمن عدم انحشار (jamming) البوابات أثناء عمليات الفتح والإغلاق، وهو أمر حيوي لسلامة التشغيل.

- **في محطة الكهرباء :(Powerhouse)** تم إزالة فاصل التمدد عند **المحور 2 (Axis** لسبب إنشائي محدد، وهو تمكين الركيزة الجانبية (Abutment Pier) من مقاومة ضغط التربة الجانبي (Earth Pressure) بفاعلية أكبر، حيث يسمح الاتصال

المترابط (monolithic connection) بنقل هذه الأحمال الجانبية إلى كامل كتلة محطة الكهرباء، مستفيدًا من وزنها الهائل لتحقيق الاستقرار.

- **في الأهوسة الملاحية :(Navigation Locks)** تم إلغاء الفواصل عند **المحورين 19 و 21** لأسباب إنشائية بحتة تتعلق بتعزيز استقرار النشأ. في المقابل، تم إلغاء الفواصل في المحاور **L, M, O, Q, T, V** لاعتبارات وظيفية

إلى جانب الدوافع الإنشائية، لعبت الاعتبارات التشغيلية والبيئية دورًا هاما في اتخاذ قرار التعديل:

- **استقرار الظروف الحرارية للأساسات :**هناك عامل بيئي جوهري دعم قرار تقليل الفواصل في الأساسات. فبعد امتلاء المشروع بالمياه، تكون بلاطات الأساسات مغمورة بالمياه بشكل دائم، مما يعني أن التغير في درجات الحرارة المحيطة بها يكون محدودًا للغاية هذا الاستقرار الحراري يقلل بشكل كبير من الحاجة إلى فواصل تمدد لاستيعاب الإجهادات الحرارية، مما يجعل إزالتها قرارًا هندسيًا سليمًا..

لم تمر هذه التغييرات ببساطة فقد اعترض عليها المقاول وحاول استغلال هذا التغيير مبررا لتاخيره فى التواريخ الحاكمة للتنفيذ ال (.K.D) فى محطة الكهرباء والهويس فى حين ان الاستشارى كان قد ارسل له هذه التغييرات منذ اكثر من عام ولم يتم الاعتراض عليها وعلى اى حال فقد قام الاستشارى بالرد عليه بالاسباب والمبررات التى سبق ذكرها ونرفق هذه الخطابات فى المرفقات.

<u>رابعا الفوائد</u>

ترتب على هذه التعديلات المدروسة مجموعة من الفوائد الجوهرية:

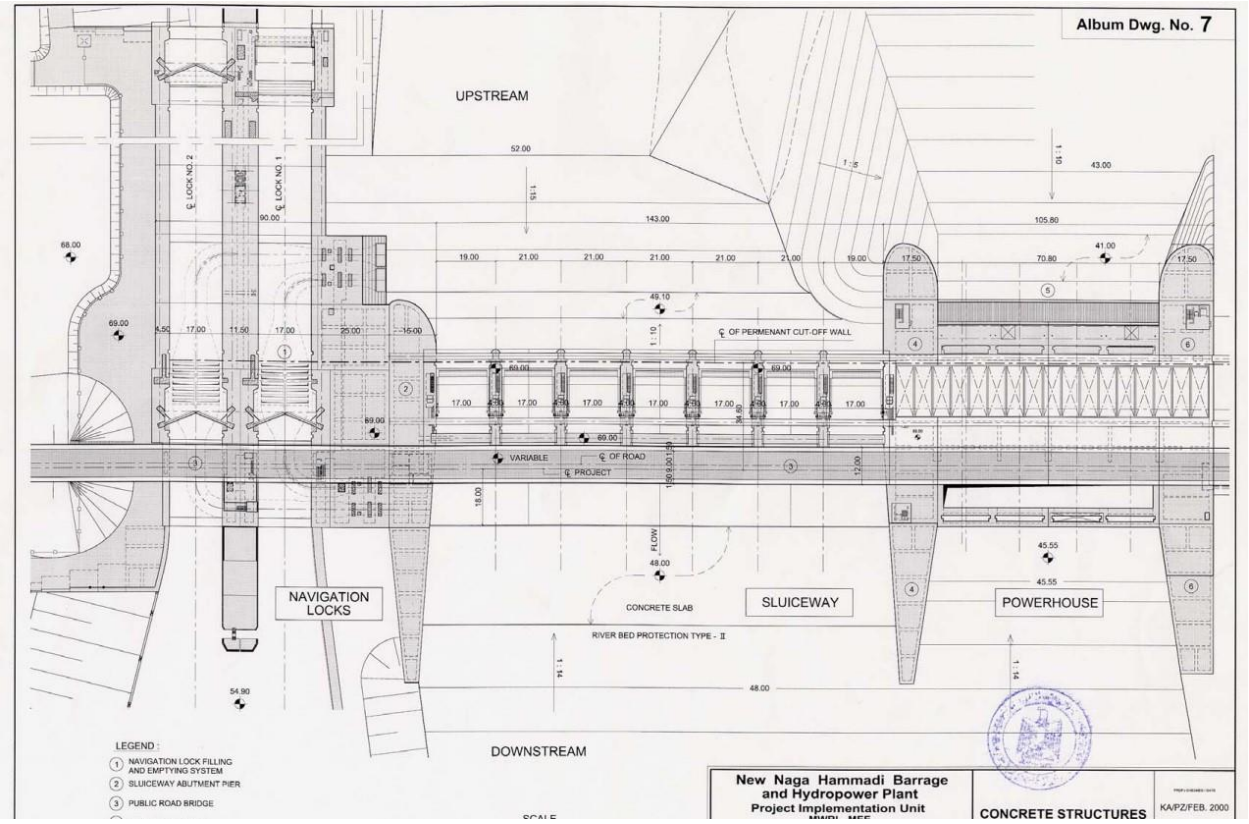
- **زيادة الاستقرار الإنشائي والصلابة الكلية للمنشأ :**أدى ربط الكتل الخرسانية إلى تعزيز قدرة الهيكل على العمل كوحدة متكاملة في مواجهة الأحمال الثقيلة والضغوط الخارجية.
- **ضمان الكفاءة التشغيلية وسلامة حركة البوابات :**من خلال منع الإزاحات المتفاوتة، تم تأمين التشغيل السلس للبوابات القوسية، وهو أحد أهم متطلبات المشروع الوظيفية.
- **تقليل نقاط الضعف المحتملة :**كل فاصل إنشائي يمثل نقطة ضعف محتملة قد تتسبب في تسرب المياه أو تتطلب صيانة دورية للحشوات وموانع التسرب. تقليل عدد الفواصل يقلل من هذه المخاطر ويعزز من استدامة المنشأ.

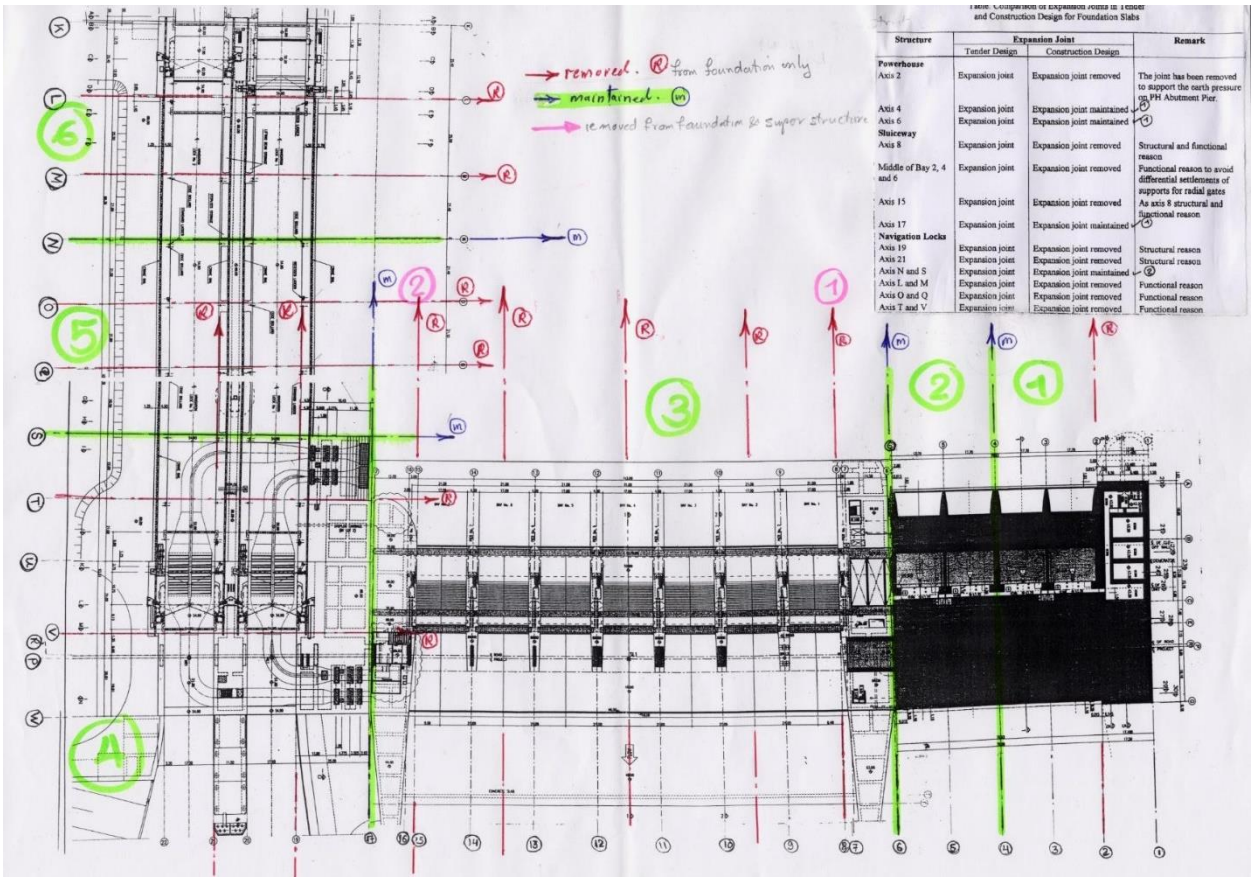
- **الاستفادة المثلى من الظروف البيئية :**عكس التصميم المعدل فهمًا عميقًا للظروف المحيطة، حيث استغل استقرار درجة حرارة المياه لتقليل الحاجة إلى فواصل التمدد الحراري في الأساسات
-

اردت التذكير بهذه الاعمال وشكر كل من شارك فيها متمنيا لهم الصحة والسعادة والتوفيق والترحم الى من انتقل الى جوار ربه رحمهم الله رحمة واسعة.

شكر واجب للاخ والزميل السيد المهندس مجدى عباس رئيس الادارة المركزيه والمهندس المقيم السابق لمشروع قناطر اسيوط الجديدة على المراجعة والتدقيق .

لمزيد من التفاصيل، يمكن الرجوع إلى الرسومات التفصيلية المرفقة .





and Construction Design for Foundation Slabs

Structure	Expansion Joint		Remark
	Tender Design	Construction Design	
Powerhouse			
Axis 2	Expansion joint	Expansion joint removed	The joint has been removed to support the earth pressure on PH Abutment Pier.
Axis 4	Expansion joint	Expansion joint maintained	③
Axis 6	Expansion joint	Expansion joint maintained	①
Shiceway			
Axis 8	Expansion joint	Expansion joint removed	Structural and functional reason
Middle of Bay 2, 4 and 6	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason to avoid differential settlements of supports for radial gates
Axis 15	Expansion joint	Expansion joint removed	As axis 8 structural and functional reason
Axis 17	Expansion joint	Expansion joint maintained	④
Navigation Locks			
Axis 19	Expansion joint	Expansion joint removed	Structural reason
Axis 21	Expansion joint	Expansion joint removed	Structural reason
Axis N and S	Expansion joint	Expansion joint maintained	②
Axis L and M	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason
Axis O and Q	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason
Axis T and V	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason

TELEFAX

NAGA HAMMADI BARRAGE DEVELOPMENT CONSULTANTS

LI Lahmeyer International	**EWE Electrowatt**	**SOGREAH**
Consulting Engineers	Engineering	Consultants
Germany	Switzerland	France

in Association with Arab Consulting Engineers, and Electrical Power System Eng. Co., Egypt

26, Asmaa Fahmy Street
Mirghany, Heliopolis
Cairo, Egypt

Tel No.: + (202) 4177303, 4177305
Fax No.: + (202) 4177507
e-mail: lahmeyer.egypt@tedata.net.eg

To:	RGBS-Site	**From:**	Dr. J. Kohli
Att:	Eng. Mohamed Abdel Aal	**Date:**	01.09.2004
Fax No.:	093 840441	**No. of Pages:**	2
CC:	NHBDC-Site, Mr. Hein - 093 840451	**Our Ref.:**	Mwri/1533

New Naga Hammadi Barrage and Hydropower Plant
Consulting Services for Assistance to the Environmental Group

Subject: Task B - Construction Design
Concrete Structure - Expansion Joints

Dear Eng. Abdel Aal,

We refer to your letter NH01/T/00969 dated 21.08.2004. In this letter you ask to summarise the technical reasons and benefit of minimising the number of expansion joints.

In the Construction Design, NHBDC has differentiated between the expansion joints in the foundation slabs and the expansion joints between the structures above the foundation level (superstructures). All expansion joints in the superstructures do not extend into the foundation slabs. A comparison of the Construction Design and Tender Design is given in the following. The technical reasons are also explained.

1. Expansion Joints in Superstructures

   All the expansion joints in the Tender Design are also taken in the Construction Design except two expansion joints namely the expansion joint between intermediate pier and sluiceway pier no. 1 as well as the expansion joint between sluiceway pier no. 8 and sluiceway abutment pier. The reasons are structural and functional for the radial gates. The sluiceway radial gate supports (hinges) transmit very heavy loads to the piers no. 1 and no. 8, which cannot be safely supported if the expansion joints are provided according to Tender Design. The rigidity of the sluiceway radial gates requires that there is no differential displacement between the supports (hinges) in order to avoid any jamming of the gate. Due to this functional reason also the aforementioned expansion joints have been removed.

2. Expansion Joints in Foundation Slabs

After impounding of the barrage, the foundation slabs are submerged in water and the temperature change of water is only a few degrees centigrade. In addition, the expansion joints in Tender Design, especially for sluiceway and navigation locks are provided with shear keys, because differential settlements in the plane of the expansion joints cannot be excluded in case of maintenance.

Taking advantage of very limited temperature change of water surrounding the foundation slabs and removing danger of differential settlement as far as necessary the number of expansion joints has been minimised. A comparison of Tender Design and Construction Design with respect to expansion joints is given below.

Table: Comparison of Expansion Joints in Tender and Construction Design for Foundation Slabs

Structure	Expansion Joint		Remark
	Tender Design	Construction Design	
Powerhouse			
Axis 2	Expansion joint	Expansion joint removed	The joint has been removed to support the earth pressure on PH Abutment Pier.
Axis 4	Expansion joint	Expansion joint maintained	
Axis 6	Expansion joint	Expansion joint maintained	
Sluiceway			
Axis 8	Expansion joint	Expansion joint removed	Structural and functional reason
Middle of Bay 2, 4 and 6	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason to avoid differential settlements of supports for radial gates
Axis 15	Expansion joint	Expansion joint removed	As axis 8 structural and functional reason
Axis 17	Expansion joint	Expansion joint maintained	
Navigation Locks			
Axis 19	Expansion joint	Expansion joint removed	Structural reason
Axis 21	Expansion joint	Expansion joint removed	Structural reason
Axis N and S	Expansion joint	Expansion joint maintained	
Axis L and M	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason
Axis O and Q	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason
Axis T and V	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason

We trust we have provided the requested information.

Yours Sincerely,

Kohli

Dr. J. Kohli

BILFINGER BERGER | VINCI CONSTRUCTION GRANDS PROJETS | ORASCOM CONSTRUCTION INDUSTRIES

Acc. HH 3/4

NAGA HAMMADI BARRAGE JV

A joint venture between Vinci Construction Grands Projets / Bilfinger Berger AG / Orascom Construction Industries

Naga Hammadi, 02nd April 2005
NH01/NHBDC/C/02848

NagaHammadi Barrage Development Consultants
26A Asmat Fahmy Street,
Mirghany, Heliopolis, Cairo
Arab Republic of Egypt

Attn.: Chief Resident Engineer, B. R. Hein
Naga Hammadi Barrage Site Office

Distribution: NHBDC: Cairo 1 copy, Site 1 Original
Employer / PIU: RE 1 copy, Dep. RE 1 copy

RE.: Structural Concrete Works.

Dear Sir,

We have identified changes to the structural concrete works between the Employer's tender design drawings and the issued for construction drawings.

In particular we have noticed the following changes:

Navigation Locks:

- The whole of the joint arrangement, especially in the foundation slabs, has been changed.
- The blocks arrangement in the tender drawings allowed for mass concreting without vertical but only horizontal construction joints. All vertical joints were contraction or expansion joints.
- The construction drawings now show blocks divided by vertical construction joints.
- Contraction or expansion joints in the foundation slabs now appear on axes N and S only.

Sluiceway:

- The standard piers of sluiceway have been divided by construction joints in the issued for construction drawings. This was not the case in the tender drawings.
- As per the tender drawings, pier 1 and pier 8 were structurally independent from the powerhouse intermediate pier and the sluiceway abutment pier respectively.
- The sluiceway abutment pier was founded at the same level than the downstream head of the navigation locks. This is no more the case.

Registered office & mailing address :
Vinci Construction Grands Projets / Bilfinger Berger AG / Orascom Construction Industries
77 B, El Nasr Road-Nasr City-Cairo Egypt
Tel.:+(202) 40221 08 / + (202) 40221 06 / + (2) 012 744 71 95
Fax: + (202) 402 17 72

Powerhouse:

- As per the tender drawings the cut-off wall was keyed in the foundation slabs. The horizontal connection key is now below the main foundation level.

- More specifically in the abutment pier and intermediate pier, the whole of the joint arrangement is changed.

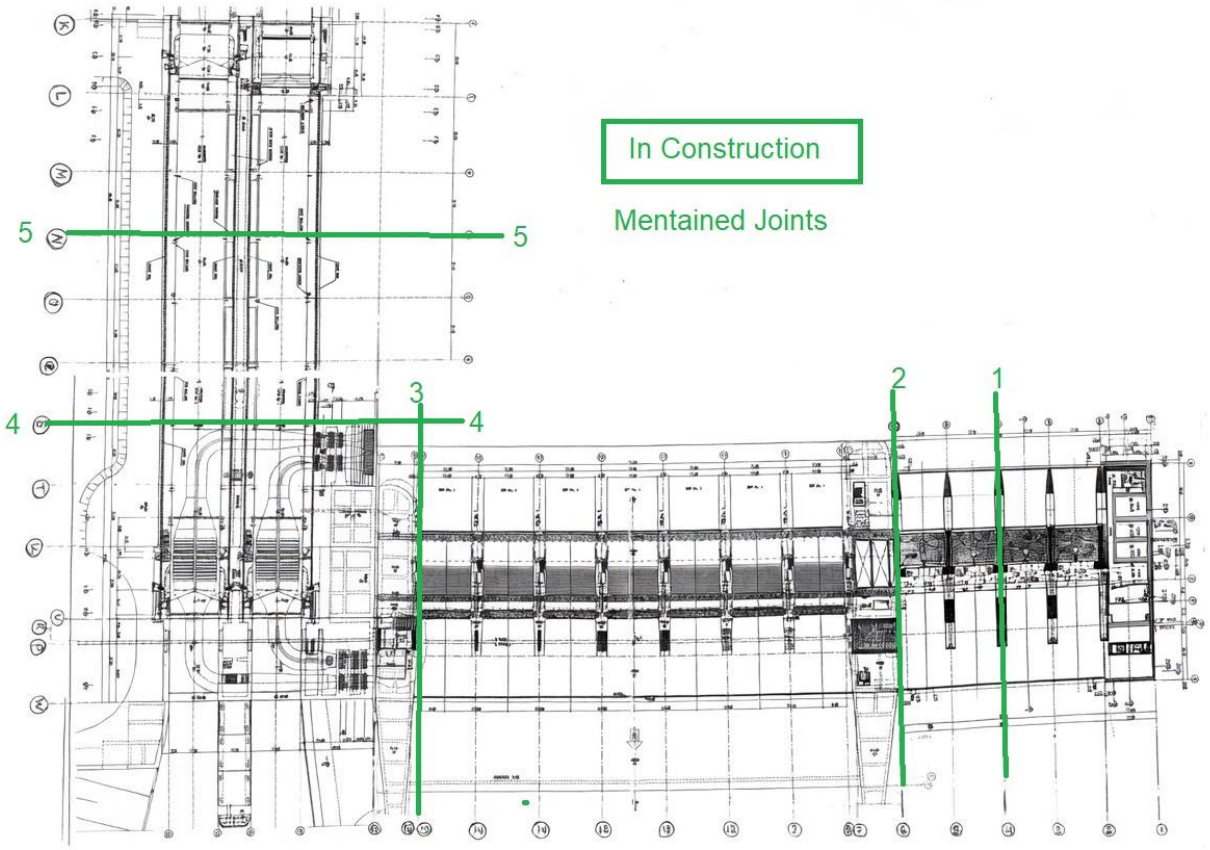
We are presently investigating the effect that such changes may have on the works and shall keep you advised.

Yours faithfully,

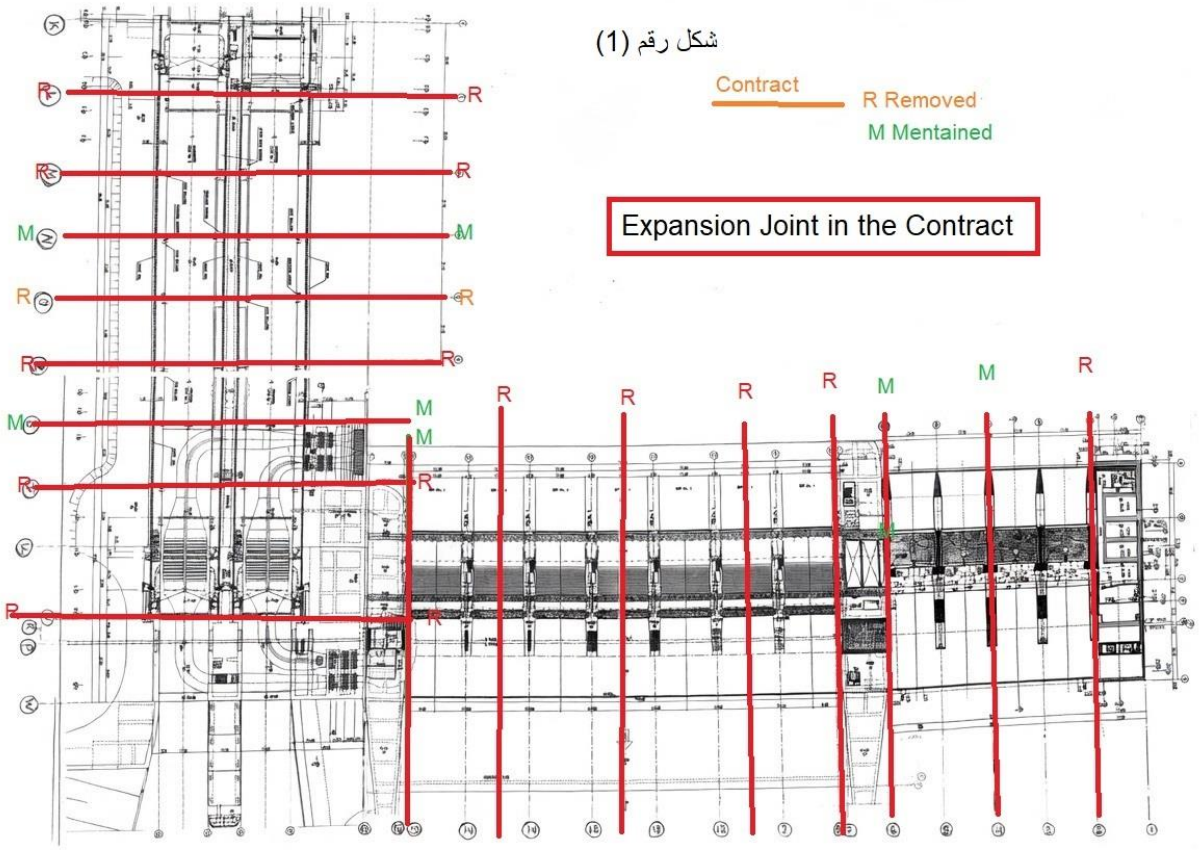
Sylvestre Guillien
Project Manager

Encl.: none.

Our new address and telephone numbers:
Nile Hilton, Commercial Center, 2nd floor,
Office No.36
Tahrir Square, Cairo, Egypt
Tel:+ (202) 579 46 91 / 579 45 11 / 579 46 10
Fax: +(202) 579 71 84


In Construction
Mentained Joints
5
5
4
4
3
2
1

شكل رقم (1)


Contract
R Removed
M Mentained
Expansion Joint in the Contract

Structural Concrete works

ماضي أنه بنتيجة لتعرف المقاول من الخاصة بال K.D في عطاء الكوبار القادم
وكذلك في N.L. خاصة في جدة D.S. فإنه يجاول أن يجد مبرر
لتأخيره وذلك بالادعاء باختلاف شكل الفواصل الحالية عن الشكل الذي وردت
به في Tender Drawings يعني انه لمّا كانت كالصفة ~~كما~~ كما وردت
Expansion joints أي Construction joints
حسب المصمم المقاول على
ولكن يتم الآن باستخدام كلا أنواع الفواصل
Construction joint -
Contraction joint -
Expansion joint -

بالنسبة لـ Construction J. خلال ما المقاول عليه بـ يتبادر أنه لا يستطيع
البدء تحديد الوقت القادم وظائفه أو زميله ولن يستطيع نزع
منه السبب الوحيد يتراءى عند إزالة وقت حائط قبل الصب عليه مباشرة
دون استخدام معدات التحديد المدرجة في قائمة الكميات

Expansion Joint

- ① ② ③ ④ : Abutment
- ⑤ : Intermediate pier
- ⑥ : Right Intermediate pier
- D.s part : Middle part
- U.s part : Middle part
- ⑤ ⑥ : Intermediate part

(58.09) Expansion joint

Contraction joint : بدون joint filler

(58.09) joint filler

Joint filler : water stop

Construction joint

Expansion joints

Contraction joints

Claim

Letter No 2848 Dated 21/1/2005

From Contractor → Consultant

subject : structural Concrete works

stated : "... we have identified changes to the structural concrete works between the Employer's tender design drawings and the issued for construction drawings.

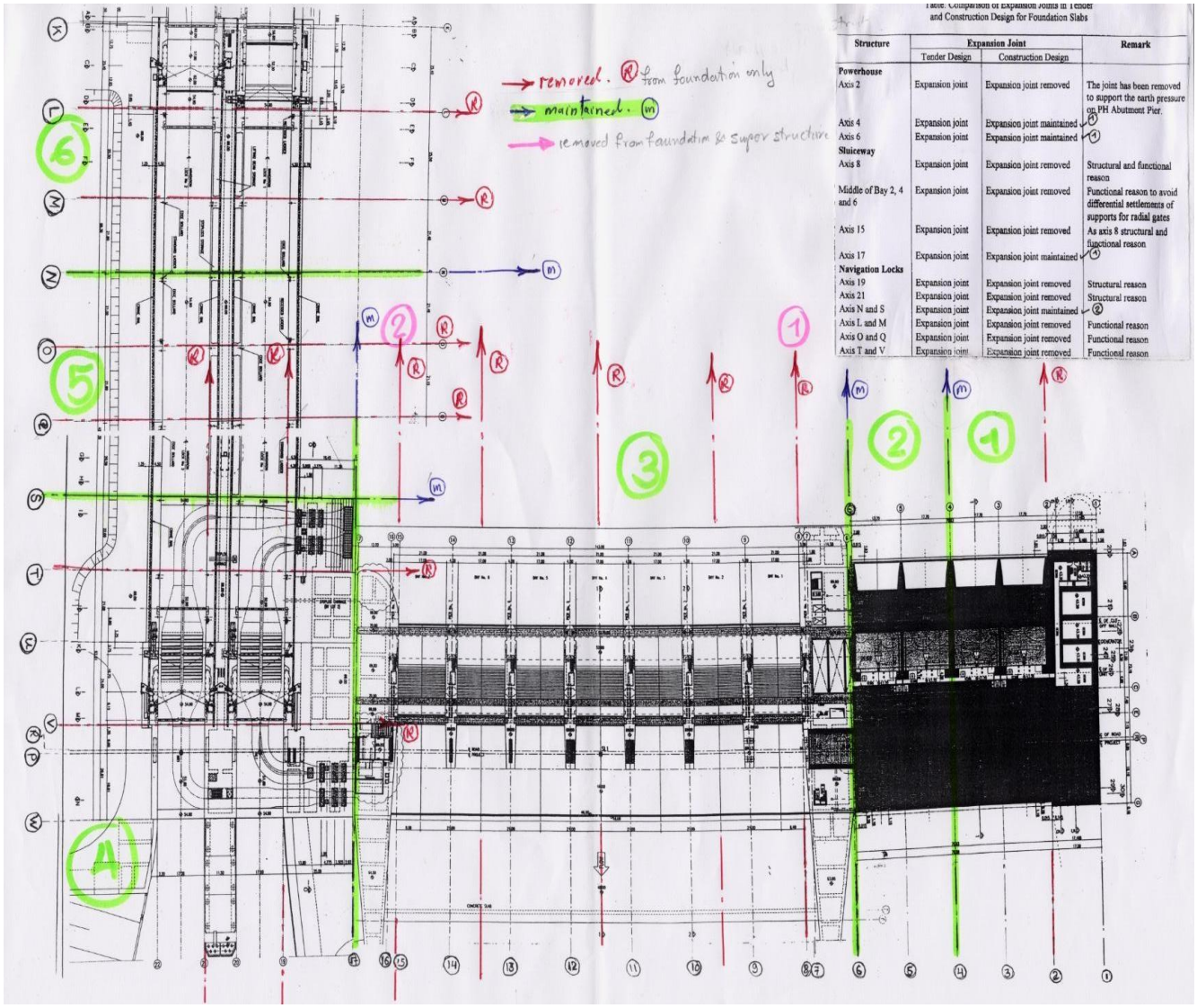
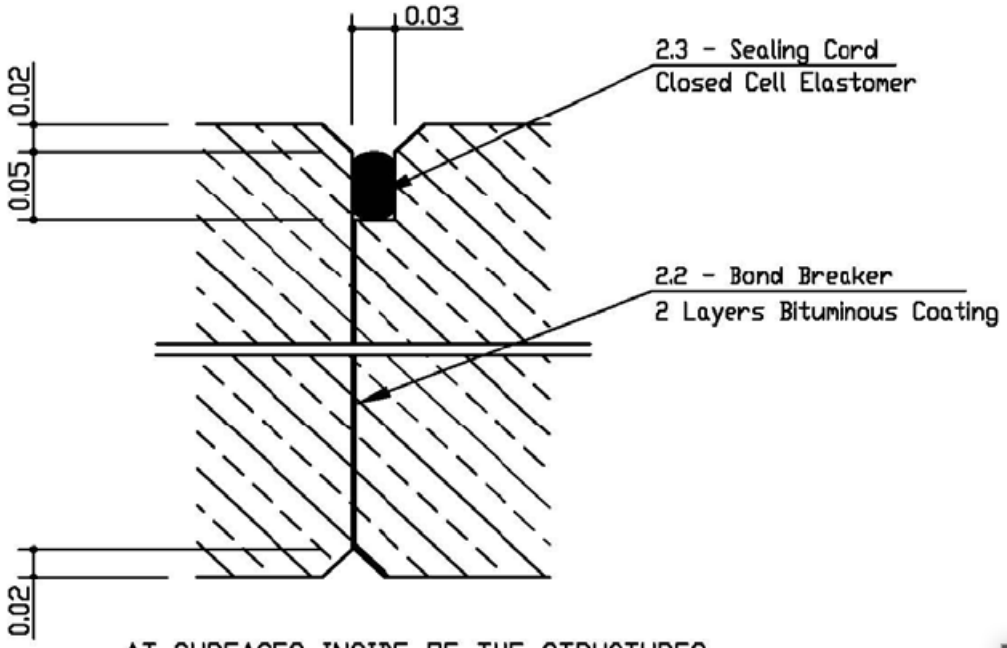


Table: Comparison of Expansion Joints in Tender and Construction Design for Foundation Slabs

Structure	Expansion Joint		Remark
	Tender Design	Construction Design	
Powerhouse			
Axis 2	Expansion joint	Expansion joint removed	The joint has been removed to support the earth pressure on PH Abutment Pier.
Axis 4	Expansion joint	Expansion joint maintained	(5)
Axis 6	Expansion joint	Expansion joint maintained	(4)
Sluiceway			
Axis 8	Expansion joint	Expansion joint removed	Structural and functional reason
Middle of Bay 2, 4 and 6	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason to avoid differential settlements of supports for radial gates
Axis 15	Expansion joint	Expansion joint removed	As axis 8 structural and functional reason
Axis 17	Expansion joint	Expansion joint maintained	(3)
Navigation Locks			
Axis 19	Expansion joint	Expansion joint removed	Structural reason
Axis 21	Expansion joint	Expansion joint removed	Structural reason
Axis N and S	Expansion joint	Expansion joint maintained	(2)
Axis L and M	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason
Axis O and Q	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason
Axis T and V	Expansion joint	Expansion joint removed	Functional reason

TYPICAL CONTRACTION JOINT FINISHING DETAIL

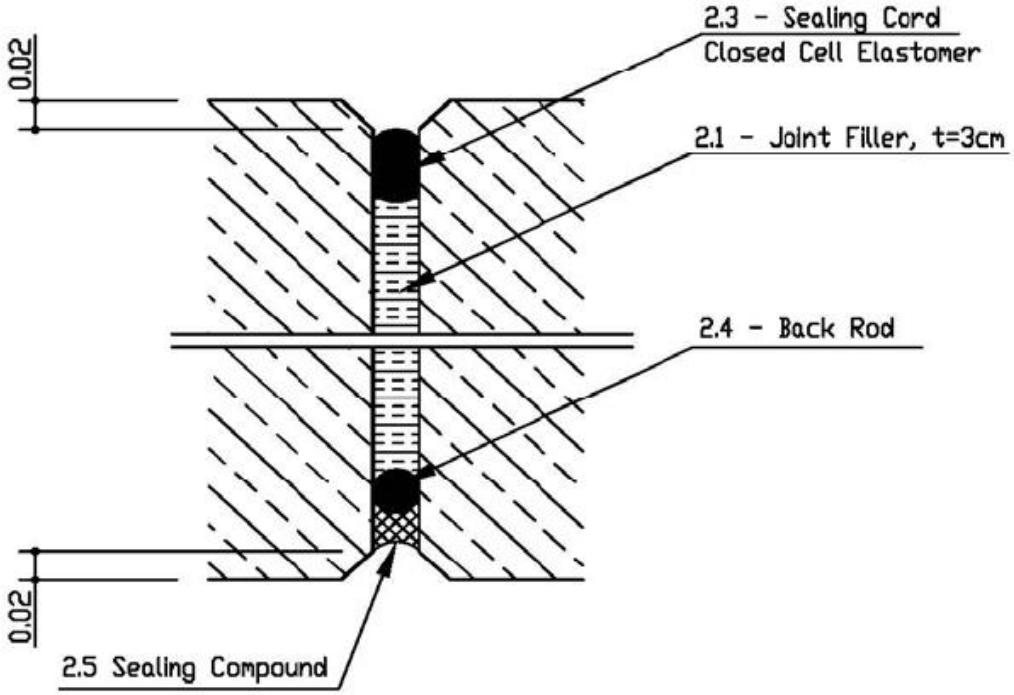
AT OUTER SURFACES PERMANENTLY EXPOSED TO VIEW,
IN CONTACT WITH WATER OR BACKFILLING.



AT SURFACES INSIDE OF THE STRUCTURES

TYPICAL EXPANSION JOINT FINISHING DETAIL

AT OUTER SURFACES PERMANENTLY EXPOSED TO VIEW,
IN CONTACT WITH WATER OR BACKFILLING.



AT SURFACES INSIDE OF THE STRUCTURES